فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی
سال بیست و سوم، شماره ۷۴، تابستان ۱۳۹۴، صفحات ۵۴-۳۱

اثرات بازگشتی مربوط به بخش‌های اقتصادی و خانوارها در نتیجه ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل*

موسی خوشکلام خسروشاهی
دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی
musa_khosroshahi@yahoo.com

چکیده
یکی از مهم‌ترین سیاست‌هایی که می‌تواند برای کنترل مصرف گازوئیل در ایران مورد استفاده قرار گیرد ارتقاء کارایی مصرف این فرآورده نفتی است. ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل در کنار خود مسئله‌ای به‌نام اثرات بازگشتی را به همراه دارد. اثرات بازگشتی حالتی است که طی آن کاهش انتظاری در مصرف گازوئیل (به‌دنبال ارتقاء کارایی آن) به دلیل کاهش قیمت مؤثر گازوئیل تا اندازه‌ای خنثی می‌شود. بدیهی است که بی‌توجهی به اثرات بازگشتی باعث خنثی شدن نتایج مد نظر برای ارتقاء کارایی خواهد شد. در این مقاله و، با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۵، اثرات بازگشتی ناشی از ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل تحت سه سناریوی ارتقای کارایی ۵ درصدی، ۸ درصدی و ۱۰ درصدی در بخش‌های مختلف اقتصاد و خانوارهای مختلف بررسی می‌شود. نتایج نشان می‌دهند که تحت هر سه سناریو، ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل، باعث ایجاد اثرات بازگشتی در بخش‌های مختلف و خانوارها می‌شود. به‌طوری که بخش حمل ونقل ریلی تحت هر سه سناریو با مقادیر اثرات بازگشتی، به ترتیب برابر با ۴۸/۳، ۳۳/۸ و ۲۵/۶ درصد، دارای بیشترین اثرات بازگشتی بوده است. در مورد خانوارها نیز نتایج نشان می‌دهد که اثرات بازگشتی خانوارهای شهری تحت سه سناریو به ترتیب برابر با ۳/۰۱، ۲/۵۰ و ۱/۷۰ درصد و در مورد خانوارهای روستایی نیز، به ترتیب برابر با ۵/۴۰، ۳/۱۳ و ۱/۹۰ درصد، بوده است. نتایج مربوط به تغییرات در سطح فعالیت بخش‌ها نیز نشان می‌دهد که تحت هر سه سناریو، میزان تولید و سطح فعالیت بخش‌های مختلف به‌دنبال شوک کارایی افزایش یافته‌اند. تولید ناخالص داخلی نیز در نتیجه ارتقاء ۵، ۸ و ۱۰ درصدی، کارایی به ترتیب معادل ۰/۰۰۹، ۰/۰۱۲ و ۰/۰۱۵ درصد رشد دارد.

طبقه‌بندی JEL: *Q43, R22, Q41, C68*.
واژه‌های کلیدی: *مدل CGE، ارتقاء کارایی، اثرات بازگشتی و گازوئیل.*

---

*. مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری نویسنده با عنوان "بررسی اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران با تأکید بر بخش حمل و نقل: رویکرد مدل تعادل عمومی قابل محاسبه" می‌باشد که در دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی انجام شده است.

* **تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۴**

۱. مقدمه

گازوئیل یکی از فرآورده‌های نفتی است که در کنار سایر فرآورده‌ها از نقش بسیار مهمی در اقتصاد جهانی برخوردار است. گازوئیل، به عنوان نهاده تولیدی، در بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی مورد استفاده بوده و یکی از موارد اصلی مصرف گازوئیل در بخش حمل و نقل است. بخش حمل‌ونقل به‌نوعی حلقه واسطه بین عرضه و تقاضای اقتصاد بوده و از این طریق بر رشد اقتصاد کشورهای مختلف تأثیرگذار است.

با تأمل در اقتصاد ایران مشاهده می‌شود که گازوئیل یکی از فرآورده‌های نفتی است که نقش مهمی در اقتصاد دارد. آمار حساب‌های ملی نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۰ش، حدود ۸ درصد از تولید ناخالص داخلی کشور مربوط به بخش حمل‌ونقل بوده است. آمار ترازنامه انرژی کشور در سال ۱۳۹۱ش نیز نشان می‌دهد که حدود ۵۵ درصد مصرف گازوئیل کشور در این سال مربوط به بخش حمل‌ونقل بوده است. این آمار نشان از اهمیت فرآورده نفتی گازوئیل در بخش حمل و نقل کشور و، همچنین، اهمیت بخش حمل و نقل در تولید ناخالص داخلی و رشد اقتصادی کشور دارد. شایان ذکر است که سایر بخش‌های اقتصادی از قبیل صنعتی، کشاورزی و حتی خانگی نیز از مصرف گازوئیل در کشور سهم دارند، اما آمار آنها نسبت به بخش حمل‌ونقل کمتر است. با عنایت به نکات ذکر شده، از یک‌سو، و با توجه به مصرف بالای گازوئیل در ایران[۱]، از سوی دیگر، باید تمهیدات جدی در مصرف این فرآورده مهم نفتی اندیشیده شود. بدیهی است که یکی از این تمهیدات می‌تواند افزایش قیمت گازوئیل باشد که در اقتصاد ایران در قالب قانون هدفمندسازی یارانه‌ها اجرا شده است. یکی دیگر از تمهیدات می‌تواند ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل در بخش‌های مختلف مصرف‌کنندهٔ آن باشد. اما نکتهٔ مهمی که در مقاله حاضر به آن پرداخته می‌شود این است که ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل نگرانی جدیدی به‌نام اثرات بازگشتی[۲] به همراه دارد. در اثرات بازگشتی، بازده انتظاری ناشی از تأثیر ارتقاء کارایی مصرف انرژی بر شدت انرژی، در نتیجه عکس‌العمل سیستم‌های اقتصادی به کاهش در قیمت مؤثر[۳] انرژی کاهش می‌یابد (گرپراد و راسموسن، ۲۰۰۴). اهمیت بررسی اثرات بازگشتی ناشی از آن است که وجود این اثرات باعث می‌شود تا حدودی منافع حاصل از ارتقاء کارایی مصرف انرژی کاسته شده و چه بسا اثربخشی چنین سیاست‌هایی تحت تأثیر قرار گیرد.

---

۱. داده‌های *بولتن سالیانه آماری* اوپک نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۰ش، متوسط مصرف گازوئیل ایران برابر با ۹۴/۲ میلیون لیتر در روز بوده، در حالی که در همین سال متوسط مصرف گازوئیل در دو کشور عربستان و عراق ۶۵/۱ میلیون لیتر در روز بوده است.

2. Rebound Effects

3. Effective Price

شایان ذکر است که منابع حاوی مبحث اثرات بازگشتی بسیار گسترده بوده و، در حال حاضر نیز موضوع تحقیق بسیاری از اقتصاددانان انرژی است. در مطالعات مربوط به حوزه اقتصاد انرژی، بحث‌های گسترده‌ای به اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف انرژی اختصاص داده شده است. خازوم بروکس[1] مدعی شدند که وضعیتی به‌مراتب شدیدتر از اثرات بازگشتی وجود دارد که طی آن بهبود کارایی انرژی می‌تواند به‌طور واقعی تقاضا برای انرژی را افزایش دهد. این پدیده که در ابتدا به همت جوونز شناسایی شد، معروف به "پارادوکس جوونز[2]" و یا "اثرات معکوس[3]" است. هم در سطح کلان و هم در سطح خرد، بسیاری از اقتصاددانان انرژی و حتی اقتصاددانان محیط‌زیست توجه زیادی به تحلیل اثرات بازگشتی و اثرات معکوس دارند به‌گونه‌ای که مباحث نظری در این حوزه به‌سرعت در حال گسترش است. تحقیقات مربوط به اثرات بازگشتی در دهه ۱۹۷۰م در مطالعات خازوم (۱۹۸۰)، بروکز (۱۹۷۸) و هانون (۱۹۷۵) و پس از آن در دهۀ ۱۹۸۰م در مطالعه بروکز (۱۹۹۰) مورد توجه بسیاری از اقتصاددانان قرار گرفت (آلن و همکاران، ۲۰۰۷).

با توجه به نکات فوق‌الذکر، هدف مقاله حاضر عبارت است از بررسی اثرات بازگشتی ناشی از ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل در اقتصاد ایران. با توجه به اینکه خانوارها نیز در کنار بخش‌های اقتصادی از مصرف‌کنندگان گازوئیل هستند، اثرات بازگشتی برای خانوارها نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. بررسی و اندازه‌گیری اثرات بازگشتی مربوط به ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل در چارچوب الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE)[4] صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه اثرات ناشی از ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل تنها مختص بخش خاصی از اقتصاد نبوده بلکه بر تمامی بخش‌های اقتصاد تأثیر می‌گذارد، استفاده از مدل‌های تعادل جزئی برای محاسبه اثرات بازگشتی گمراه‌کننده بوده و، در نتیجه، مناسب‌تر خواهد که از مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه استفاده شود. درخور ذکر است که ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل، به صورت یک ضریب برون‌زا، در مدل وارد می‌شود. از این‌رو نیازی به‌مدل‌سازی روابط بین تأمین مالی (برای ارتقاء کارایی) و فرآیند نوآوری یا ارتقاء کارایی نیست.

ساختار مقاله جهت نیل به اهداف آن به این ترتیب است که در بخش دوم مقاله به تبیین ادبیات مربوط به اثرات بازگشتی پرداخته و در بخش سوم مروری کوتاه بر برخی مطالعات پیشین مرتبط با

1. Khazzoom-Brookes
2. Jevons Paradox
3. Backfire Effects
4. Computable General Equilibrium (CGE)

موضوع مقاله شده است. در بخش چهارم چارچوب مدل CGE و نحوه محاسبه اثرات بازگشتی و در بخش پنجم نتایج اجرای مدل آورده شده و در پایان نیز نتیجه‌گیری و توصیه سیاستی تبیین شده است.

۲. ادبیات اثرات بازگشتی

اثرات بازگشتی از جمله مفاهیمی است که به تعاریف مختلفی از آن ارائه شده است. در یکی از این تعاریف، اثرات بازگشتی عبارت جامعی است برای برخی مکانیزم‌هایی که به‌دنبال بهبود در کارایی انرژی، باعث کاهش مقدار ذخیره انرژی ناشی از این بهبود در کارایی انرژی می‌شوند (سورل، ۲۰۰۷). همان‌طور که می‌دانیم پیشرفت تکنولوژی باعث می‌شود تا وسایل و تجهیزات از لحاظ مصرف انرژی کاراتر شوند. به عبارت بهتر، با فرض ثابت بودن سایر شرایط، برای تولید همان میزان محصول قبلی و با استفاده از همان سطح تجهیزات و نهاده‌ها، به مقدار انرژی کمتری نیاز است ولی نکته مهم این است که همه چیز به همان شکل قبلی ثابت باقی نمی‌ماند. با توجه به اینکه وسایل و تجهیزات نسبت به قبل از پیشرفت تکنولوژی، کارایی انرژی‌شان افزایش یافته است، لذا هزینه هر واحد خدمات وسایل و تجهیزات کاهش می‌یابد (برای مثال اگر یک خودرو بتواند کیلومترهای بیشتری را با یک لیتر سوخت طی کند، در این صورت هزینه‌های سوخت به ازای هر کیلومتر کاهش یافته و هزینه‌های کل هر کیلومتر مسیر طی شده نیز کاهش می‌یابد). با توجه به اینکه کاهش در قیمت هر کالایی در حالت عادی منجر به افزایش مصرف آن می‌گردد. بنابراین بخشی از منفعت‌های شرایط ثابت - در نتیجه پیشرفت تکنولوژی و کاهش هزینه هر واحد خدمات مربوط به تجهیزات- از بین می‌رود، چرا که یک فرد تمایل دارد تا از خدمات مولد بیشتر استفاده کرده و، در نتیجه، تقاضای اضافی برای خدمات مولد تجهیزات، به طور ضمنی، به معنای مصرف انرژی بیشتر است. این از دست رفتن بخشی از ذخیره انرژی به عنوان اثر بازگشتی تعریف می‌گردد (برخوت و همکاران، ۲۰۰۰). تفکر غالب در موضوع ارتقاء کارایی مصرف انرژی این است که ارتقاء کارایی انرژی باعث کاهش مصرف آن می‌شود، اما بحث زیادی در مورد تأثیر واقعی ارتقاء کارایی انرژی در ادبیات اقتصاد انرژی وجود دارد که با مفهوم اثرات بازگشتی بیان می‌شود. اثرات بازگشتی از آنجا ناشی می‌شود که ارتقاء کارایی انرژی باعث کاهش قیمت‌های مؤثر انرژی شده و با توجه به اثرات جانشینی[1]، درآمدی[2]، ثانویه (داده _ ستانده، محصول و

1. Substitution Effects
2. Income Effects

یا رقابت‌پذیری[1]، گستره اقتصاد (اثرات تعدیل‌کننده قیمتی و مقداری برای تسویه بازار _ به‌خصوص در بازارهای سوخت)[2] و تبدیل[3] (به عنوان عناصر اثرات بازگشتی)، اثر بازگشتی رخ می‌دهد (ترنر، ۲۰۰۹). در مورد عناصر اثرات بازگشتی باید اشاره کرد که اثر جانشینی عبارت است از افزایش تقاضای انرژی که در پی افزایش کارایی انرژی، به سبب بازتوزیع درآمد برای خدمات این نوع انرژی، ارزان‌تر شده است. اثر درآمدی عبارت است از افزایش درآمد در دسترس در اثر کاهش قیمت انرژی که باعث تأثیرگذاری بر مصرف همه کالاها می‌شود. در اثر ثانویه، ارتقاء کارایی انرژی باعث کاهش هزینه تولید کالاهای انرژی‌بر شده و در نتیجه این امر، تقاضا برای این کالاها و، به تبع آن، تقاضا برای انرژی افزایش می‌یابد. در مورد اثرات گستره اقتصاد بایستی اشاره کرد که اگر ارتقاء کارایی انرژی باعث کاهش تقاضای آن شود، قیمت انرژی کاهش یافته و به سبب کاهش قیمت انرژی، انرژی بیشتری تقاضا خواهد شد. در مورد اثرات تبدیلی نیز باید اشاره کرد که ارتقاء کارایی و در پی آن تغییرات در تکنولوژی، پتانسیلی برای تغییر ترجیحات مصرف‌کنندگان و جایگزینی نهادهای اجتماعی و بازآرایی ساختار تولیدی می‌شود (هرتویچ، ۲۰۰۵).

مقدار عددی اثرات بازگشتی می‌تواند سه حالت مختلف داشته باشد. چنانچه اثرات بازگشتی منفی باشد به این معنی است که به‌دنبال ارتقاء کارایی انرژی، مقدار کاهش نهایی تقاضای انرژی نسبت به کاهش انتظاری اولیه بیشتر بوده است. چنانچه اثرات بازگشتی عددی بین صفر و صد درصد باشد به این معنی است که در اثر ارتقاء کارایی انرژی، کاهش نهایی در تقاضای انرژی نسبت به کاهش انتظاری اولیه کمتر خواهد بود. چنانچه اثرات بازگشتی بیش از صد درصد باشد به این معنی است که به سبب ارتقاء کارایی انرژی، کاهش نهایی در تقاضای انرژی وجود نخواهد داشت که اثر معکوس نام دارد.

شایان ذکر است که اولاً با توجه به تحت تأثیر قرارگرفتن روابط و تعاملات اقتصادی، بررسی اثرات بازگشتی همواره دشوار بوده و همراه با چالش‌هایی است؛ ثانیاً، ابهاماتی در مورد مفید بودن سیاست ارتقاء کارایی انرژی وجود دارد که علت آن نیز مربوط به وجود اثرات بازگشتی و حتی اثرات معکوس است چراکه وجود اثرات بازگشتی تا حدودی و اثرات معکوس، به‌طور کامل اثرات ناشی از ارتقاء کارایی انرژی را خنثی می‌کند.

---

1. Secondary Effects (Input – Output Effects)
2. Market Clearing Price and Quantity Adjustments or Economy Wide Effects
3. Transformational effects

۳. مروری بر مطالعات قبلی

در این بخش از مقاله برخی از مهم‌ترین مطالعات خارجی و داخلی مرتبط با موضوع مقاله ذکر می‌شود. آلان، هن‌لی، مک گرگور، اسویلز و ترنر (۲۰۰۷) در مطالعه خود و با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه انرژی – اقتصاد– محیط‌زیست، به اندازه‌گیری اثر ۵ درصدی بهبود کارایی در مصرف انرژی، در همه بخش‌های تولیدی انگلستان پرداخته‌اند. مدل به‌کار رفته در این تحقیق شامل خانوارها، شرکت‌ها، دولت و دنیای خارج بوده و، همچنین، مشتمل بر ۲۵ گروه کالاها و خدمات و ۲۵ رشته فعالیت است. پایه آماری مدل به‌کار رفته در این تحقیق ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۲۰۰۰ در کشور انگلستان است. نتایج این مطالعه نشان از اثرات بازگشتی ۳۰ الی ۴۰ درصدی دارد؛ اما اثرات معکوس (افزایش در مصرف انرژی) رخ نداده است. فریر (۲۰۱۱) در مطالعه خود به بررسی اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم ناشی از تغییرات فنی ذخیره‌ساز انرژی (برق) توسط خانوارها پرداخته است. این مطالعه مبتنی بر ترکیبی از برآوردهای اقتصادسنجی از توابع تقاضای انرژی و مدل‌سازی انرژی توسعه‌یافته داده _ ستانده است. نتایج این مطالعه که برای ایالت کاتالونیای اسپانیا صورت گرفته است، نشان می‌دهد که اثرات بازگشتی ناشی از ۱۰ درصد بهبود کارایی انرژی دارای اثرات بازگشتی ۵۶/۴۷ درصدی است. یو، ژانق و فوجی‌وارا (۲۰۱۳) در مطالعه خود به بررسی این نکته پرداخته‌اند که آیا افزایش کارایی انرژی در برخی تجهیزات اصلی خانوارها، در شهر پکن، باعث مصرف اضافی از این تجهیزات می‌شود؟ در ابتدا مدلی ترکیبی از مدل لاجیت و مدل توزیع منابع توسعه داده شده است که مدل اول نشان‌دهنده انتخاب مالکیت وسایل استفاده‌کننده نهایی انرژی و مدل دوم توصیف‌کننده استفاده نهایی از انرژی است. در پایان، اثرات بازگشتی بر مبنای پیش‌بینی و با استفاده از محاسبه کشش خود کالا و کشش متقاطع به‌دست آمده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در مورد یخچال، فن‌های الکتریکی، تلویزیون و کامپیوترهای شخصی اثرات بازگشتی وجود ندارد در حالی‌که برای تهویه‌کننده‌های هوا، لباسشویی‌ها و خودروها اثرات بازگشتی وجود دارد. توماس و آزودو (۲۰۱۳) به برآورد اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف انرژی مسکونی در کشور ایالت متحده پرداخته است. نتایج این مطالعه که با استفاده از جدول داده – ستانده سال ۲۰۰۴ انجام شده است، نشان می‌دهد که اثرات بازگشتی در حدود ۳۵ درصد بوده است. لکا، مک‌گرگور، اُویلز و تانر (۲۰۱۴) در مطالعه خود به بررسی اثر اقتصادی بهبود ۵ درصدی در کارایی انرژی خانوارهای انگلستان با تمرکز بر کل اثرات بازگشتی پرداخته‌اند. اثرات بازگشتی به‌واسطه شبیه‌سازی، با استفاده از مدل‌هایی که درجه درون‌زایی را افزایش می‌دهند، اندازه‌گیری شده‌اند اما، در عین حال، بر مبنای مجموعه داده‌های مشترکی کالیبره شده‌اند. نتایج تحقیق نشان از اثرات بازگشتی ۴۷/۳ درصدی

خانوارها در کوتاه‌مدت و اثرات بازگشتی ۷۱/۶ درصدی در بلندمدت دارد. در مطالعات داخلی نیز منظور، داود و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف برق پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ۱۰ درصد ارتقاء کارایی در مصارف برق، به‌طور متوسط، ۱۴/۲ درصد اثرات بازگشتی را به همراه خواهد داشت.

۴. چارچوب مدل

۴-۱. چارچوب مدل تعادل عمومی قابل محاسبه

با توجه به مباحث مطرح شده در مورد مصرف گازوئیل در کشور و سیاست مربوط به ارتقاء کارایی مصرف این فرآورده نفتی، مقاله حاضر درصدد بررسی اثرات بازگشتی ناشی از ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل، هم در فعالیت‌های مختلف و هم در خانوارها، با استفاده از مدل CGE است. امروزه مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه دارای موارد کاربرد مختلفی در بسیاری از مطالعات حوزه اقتصاد انرژی و اقتصاد محیط زیست هستند. مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه این توانایی را دارند تا تمامی مؤلفه‌های اثرات بازگشتی را لحاظ نموده و، بنابراین، ابزار مناسب‌تری برای محاسبه اثرات بازگشتی هستند. کالیبراسیون مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه به‌گونه‌ای است که ویژگی‌های ساختاری و رفتاری هر اقتصادی را به خوبی منعکس کرده و می‌توانند ابزار بسیار مفیدی برای اندازه‌گیری اثرات بازگشتی ناشی ار ارتقاء کارایی انرژی باشند. مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه دارای انواع مختلفی هستند که در مقاله حاضر از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی استفاده شده است. ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM)[1] مورد استفاده در مقاله حاضر ماتریس سال ۱۳۸۵ش است که در پژوهشکده حمل‌ونقل (سابق) تهیه شده است. این ماتریس به‌صورت ساخت و جذب بوده و مشتمل بر ۱۵ رشته فعالیت و ۱۷ کالا و خدمات است. ماتریس حسابداری اجتماعی مورد استفاده در مقاله حاضر، با توجه به نیاز تحقیق، به‌صورت ماتریس با ۱۱ رشته فعالیت و ۱۲ کالا و خدمات تجمیع شده است (جدول ۱). همچنین، دیگر حساب‌های موجود در ماتریس عبارتند از: حساب عوامل تولید (نیروی‌کار شهری، نیروی‌کار روستایی و سرمایه)، نهادها (شامل خانوارهای شهری، خانوارهای روستایی، دولت، شرکت‌ها و دنیای خارج) و حساب پس‌انداز _سرمایه‌گذاری.

1. Social Accounting Matrix (SAM)

مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه استانداردی وجود دارد که امروزه در مطالعات مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. مدل مورد استفاده در مقاله حاضر از مدل‌های لافگرن[1] و مدل تعادل عمومی استاندارد اخذ شده است اما با توجه به اینکه در این مقاله تأکید و تمرکز بیشتر بر بخش انرژی است، بنابراین، معادلات مربوط به بلوک انرژی را نویسنده استخراج کرده است. درخور ذکر است که معادلات مربوط به بلوک تولید، بلوک تجارت خارجی، نهادها و شرایط تسویه بازار در پیوست آورده شده‌اند. ساختار مربوط به تابع مطلوبیت خانوار نیز در ادامه می‌آید.

جدول۱. فهرست فعالیت‌های اقتصادی و کالاها و خدمات

فعالیت‌های اقتصادی	کالاها و خدمات
کشاورزی و ...	محصولات کشاورزی و ...
صنایع غذایی و ...	کالاهای صنایع غذایی و ...
معادن	محصولات معدنی
سایر صنایع	محصولات سایر صنایع
ساخت فرآورده‌های نفتی	گازوئیل
	سایر فرآورده‌های نفتی
تولید و انتقال و توزیع آب و برق و گاز	آب و برق و گاز و خدمات مربوط به آن
حمل ونقل ریلی	خدمات حمل ونقل ریلی
حمل ونقل جاده‌ای	خدمات حمل ونقل جاده‌ای
حمل ونقل آبی	خدمات حمل ونقل آبی
حمل ونقل هوایی	خدمات حمل ونقل هوایی
خدمات	خدمات

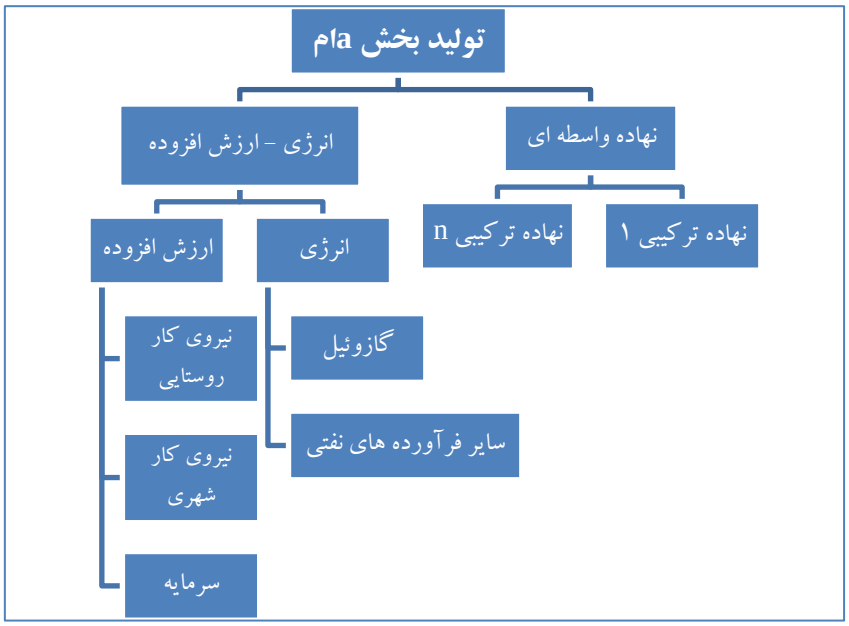
مأخذ: محاسبات تحقیق

۴-۱-۱. ساختار تولید

در مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مورد استفاده این مقاله، اقتصاد ایران اقتصادی باز و کوچک فرض شده است که توابع مورد استفاده برای مدل‌سازی اقتصاد ایران از نوع توابع کشش جانشینی ثابت (CES)[2] و لئون‌تیف هستند. ساختار تولید مورد استفاده در مدل ساختاری سه‌لایه‌ای[3] است (نمودار ۱).

1. Lofgren
2. Constant Elasticity of Substitution (CES)
3. Three Nested Structure

در سطح اول تولید، از ترکیب ارزش افزوده کل - انرژی کل با نهاده‌های واسطه‌ای کل سطح تولید بخش aام به‌دست می‌آید. در سطح دوم تولید، از ترکیب نهاده‌های ترکیبی ۱ تا n، نهاده واسطه‌ای تجمیع شده و، همچنین، از ترکیب انرژی و ارزش افزوده، ارزش‌افزوده کل - انرژی کل بدست می‌آید. در سطح سوم تولید نیز از ترکیب نیروی‌کار شهری، نیروی‌کار روستایی و سرمایه، ارزش افزوده به‌دست آمده و، همچنین، از ترکیب گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی، نهاده ترکیبی انرژی حاصل می‌شود.



نمودار ۱. ساختار مربوط به تولید هر کدام از فعالیت‌های اقتصادی

همان‌طور که اشاره شد با توجه به اینکه در مقاله حاضر بلوک انرژی به‌صورت جزئی‌تری مورد بررسی قرار گرفته است، در این بخش از مقاله (جدول ۲) صرفاً آن دسته از معادلات بلوک تولید که مرتبط با انرژی هستند، ذکر و فهرست کامل معادلات بلوک‌های مختلف همراه با شروط تسویه بازار در پیوست آورده شده‌اند.

جدول ۲. معادلات بلوک تولید مرتبط با انرژی

شماره	معادله
(۱)	$AD_a = \alpha_a \left[\delta_a QVAE_a^{-\rho_a} + (1-\delta_a) QINTA_a^{-\rho_a} \right]^{\frac{-1}{\rho_a}}$
(۲)	$\frac{QVAE_a}{QINTA_a} = \left[\frac{\delta_a}{1-\delta_a} \cdot \frac{PINTA_a}{PVAE_a} \right]^{\frac{1}{1+\rho_a}}$
(۳)	$PAD_a \cdot AD_a = PVAE_a \cdot QVAE_a + PINTA_a \cdot QINTA_a$
(۴)	$QVAE_a = \alpha_a{}^{vae} \left[\delta_a{}^{vae} QVA_a^{-\rho_a{}^{vae}} + (1-\delta_a{}^{vae}) QVE_a^{-\rho_a{}^{vae}} \right]^{\frac{-1}{\rho_a{}^{vae}}}$
(۵)	$\frac{QVA_a}{QVE_a} = \left[\frac{\delta_a{}^{vae}}{1-\delta_a{}^{vae}} \cdot \frac{PEE_a}{PVA_a} \right]^{\frac{1}{1+\rho_a{}^{vae}}}$
(۶)	$PVAE_a \cdot QVAE_a = PVA_a \cdot QVA_a + PEE_a \cdot QVE_a$
(۷)	$QVE_a = \alpha_a{}^{ve} \left[\sum_e \delta_{e,a}{}^{ve} \cdot (\frac{1}{\eta_e} \cdot QFE_{e,a})^{-\rho_a{}^{ve}} \right]^{\frac{-1}{\rho_a{}^{ve}}}$
(۸)	$QFE_{e,a} = QVE_a \cdot \left[\frac{PDE_{e,a}}{PEE_a} \cdot \frac{(\alpha_a{}^{ve})^{\rho_a{}^{ve}}}{\delta_{e,a}{}^{ve}} \cdot (\frac{1}{\eta_e})^{\rho_a{}^{ve}} \right]^{\frac{-1}{1+\rho_a{}^{ve}}}$
(۹)	$PEE_a \cdot QVE_a = \sum_e PDE_{e,a} \cdot QFE_{e,a}$

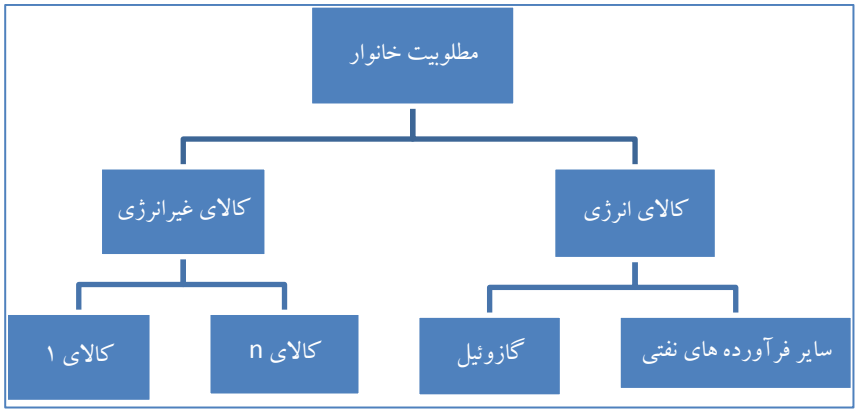
مأخذ: لافگرن و تحقیق حاضر

جدول (۲) برخی از معادلات مربوط به بلوک تولید را نشان می‌دهد. معادله (۱) تابع تولید هر بخش است که تابعی از نهاده انرژی کل - ارزش افزوده کل (QVAE) و نهاده واسطه‌ای کل (QINTA) است. رابطه (۲) از حداکثرسازی تابع سود هر بخش مقید به رابطه (۱) به‌دست می‌آید که شرط لازم مرتبه اول است. در این رابطه، $PINTA_a$ قیمت نهاده واسطه‌ای و $PVAE_a$ قیمت ارزش‌افزوده- انرژی است. رابطه (۳) ارزش کل تولید هر بخش است که حاصل جمع ارزش نهاده‌های به‌کار رفته در هر بخش بوده و PAD_a قیمت کل تولید هر بخش است. تابع تولید مربوط به انرژی کل- ارزش افزوده کل نیز از نوع CES بوده و به‌صورت رابطه (۴) نشان داده می‌شود. در رابطه (۴)، QVA_a نمایانگر ارزش افزوده کل و QVE_a نمایانگر انرژی کل است. از حداکثرسازی تابع سود مقید به رابطه (۴)، شرط لازم مرتبه اول (نسبت بهینه نهاده‌ها) به‌صورت رابطه (۵) به‌دست می‌آید. ارزش کل مربوط به نهاده انرژی کل- ارزش افزوده کل نیز

به‌صورت رابطه (۶) محاسبه می‌شود که در آن PVA_a و PEE_a به ترتیب قیمت ارزش افزوده کل و قیمت انرژی کل می‌باشند. در معادله (۷)، از تابع CES برای تبیین تابع تولید انرژی کل استفاده شده است. تابع تولید انرژی کل از دو نهاده گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی تشکیل شده است. در این رابطه $QFE_{e,a}$ فرآورده نفتی مورد استفاده در هر بخش بوده و η_e پارامتر ارتقاء کارایی مصرف فرآورده نفتی است. با حداکثرسازی تابع سود مقید به رابطه (۷)، تابع تقاضای هر فرآورده نفتی به‌صورت رابطه (۸) به‌دست می‌آید. در رابطه (۸)، $PDE_{e,a}$ قیمت فرآورده نفتی و PEE_a قیمت کل نهاده انرژی است. ارزش کل نهاده انرژی نیز از رابطه (۹) به‌دست می‌آید.

۴-۱-۲. ساختار مطلوبیت

نمودار (۲) ساختار مربوط به مطلوبیت خانوارها را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود فرض شده است که خانوارها از دو نوع کالا شامل کالای انرژی و کالای غیرانرژی استفاده می‌کنند. کالای انرژی شامل گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی بوده و کالای غیرانرژی نیز شامل تمامی سایر کالاهایی است که توسط خانوارها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه، خانوارها (همانند تولیدکنندگان) اقدام به بهینه‌سازی تابع مطلوبیت می‌نمایند. انتخاب بین کالاهای انرژی و غیرانرژی از سوی خانوارها از طریق حداکثرسازی تابع مطلوبیت خانوارها مقید به قید بودجه به‌دست می‌آید.



نمودار ۲. ساختار مطلوبیت خانوار

۴-۲. نحوه اندازه‌گیری اثرات بازگشتی

رابطه (۸) ارائه شده در جدول (۲) نشان‌دهنده تابع تقاضای انرژی eام به‌کار گرفته شده در هر بخش می‌باشد. با توجه به این رابطه مشخص است که تقاضای انرژی eام در هر بخش تابعی از کارایی آن نوع

انرژی η می‌باشد. بدیهی است که با استفاده از این معادله می‌توان تأثیر تغییر در کارایی مصرف گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی (η) بر تقاضای این فرآورده‌ها را محاسبه کرد. چنانچه کارایی مصرف گازوئیل به میزان $\dot{\eta}$ رشد داشته باشد آن‌گاه با فرض اینکه تغییر در تقاضای گازوئیل برابر با $\dot{Dgaz}$ باشد، مقدار اثرات بازگشتی گازوئیل به‌صورت رابطه زیر محاسبه می‌شود (آلن و همکاران، ۲۰۰۷):

$$RE = \left(1 + \frac{\dot{Dgaz}}{\dot{\eta}}\right) \times 100 = \left(1 + \frac{(D^2{}_{gaz} - D^1{}_{gaz}) / D^1{}_{gaz}}{\dot{\eta}}\right) \times 100 \qquad (۱)$$

می‌توان نسبت $\frac{\dot{Dgaz}}{\dot{\eta}}$ را کشش تقاضای گازوئیل نسبت به کارایی (کشش کارایی تقاضای گازوئیل) نامید و با ε_η نشان داد. بنابراین خواهیم داشت:

$$RE = (1 + \varepsilon_\eta) \times 100$$

با توجه به مقداری که متغیر ε_η در نتیجه ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل خواهد داشت، می‌توان در مورد اندازه اثرات بازگشتی بحث کرد. چنانچه ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل، باعث کاهش مصرف گازوئیل به میزانی کمتر از افزایش در کارایی مصرف گازوئیل شود، آن‌گاه $-1 \prec \varepsilon_\eta \prec 0$ شده و میزان اثرات بازگشتی بین صفر تا ۱۰۰ درصد خواهد بود. در صورتی‌که ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل، باعث کاهش مصرف گازوئیل به همان میزان افزایش در کارایی مصرف گازوئیل (کاهش کامل تقاضای گازوئیل) شود، آنگاه $\varepsilon_\eta = -1$ شده و میزان اثرات بازگشتی صفر خواهد بود. چنانچه ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل، باعث افزایش مصرف گازوئیل شود، آن‌گاه $\varepsilon_\eta \succ 0$ شده و میزان اثرات بازگشتی بیش از ۱۰۰ درصد خواهد بود که حاکی از وجود اثرات معکوس است (آلن و همکاران، ۲۰۰۷).

۵. اجرای مدل CGE و تحلیل نتایج

در مدل CGE وجود شوک‌های برون‌زا، از طریق بازار، بر بخش‌های مختلف اقتصادی تأثیر می‌گذارد. با توجه به اینکه شوک اعمال شده در مقاله حاضر مربوط به ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل است، بنابراین، تأثیر این شوک سیاستی بر رفتار عاملان اقتصادی از طریق کاهش قیمت مؤثر انرژی (گازوئیل) همزمان با ارتقاء کارایی این فرآورده نفتی است.

خانوارها با توجه به تغییراتی که در قیمت مؤثر گازوئیل صورت می‌گیرد، تقاضای خود برای گازوئیل را تغییر داده و ترکیب جدیدی از گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی برای مصرف انتخاب می‌کنند. بدیهی است که به‌دنبال این تغییر، ترکیب مصرفی خانوارها از کالاهای انرژی و غیرانرژی نیز

تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در سوی دیگر، بنگاه‌های اقتصادی نیز با توجه به تغییراتی که در قیمت مؤثر گازوئیل صورت می‌گیرد، تقاضای خود برای گازوئیل و سایر نهاده‌های تولیدی را تغییر داده و ترکیب جدیدی از نهاده‌های تولیدی مورد نیاز خود برای فعالیت اقتصادی انتخاب می‌کنند. با توجه به تغییراتی که در ترکیب نهاده‌های مورد نیازِ تولیدیِ بنگاه‌های اقتصادی رخ می‌دهد، طبیعی است که سطح تولید بخش‌ها و، همچنین، سطح قیمت‌های مربوط به تولیدات بخش‌ها تغییر کرده و، سرانجام، طرف عرضه اقتصاد و تولید ناخالص داخلی تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

جدول (۳) نشان‌دهنده درصد تغییرات تقاضای گازوئیل در فعالیت‌های مختلف اقتصادی و خانوارها در نتیجه ارتقاء کارایی مصرف این فرآورده نفتی تحت سه سناریوی ارتقای کارایی ۵ درصد، ۸ درصد و ۱۰ درصد است. به‌دنبال بهبود کارایی در هر سه سناریو، تقاضای گازوئیل در همه فعالیت‌های اقتصادی و خانوارهای شهری و روستایی با کاهش مواجه شده اما مقدار کاهش تقاضای گازوئیل، در فعالیت‌های اقتصادی و خانوارها کمتر از مقدار ارتقای کارایی است که همین امر باعث وقوع اثرات بازگشتی شده است. در بین فعالیت‌های اقتصادی و تحت هر سه سناریو، کمترین مقدار کاهش تقاضای گازوئیل در فعالیت "حمل‌ونقل ریلی" و بیشترین مقدار کاهش تقاضای گازوئیل در فعالیت "سایر صنایع" بوده است. دلیل کاهش کمتر تقاضای گازوئیل در "حمل‌ونقل ریلی" مربوط به وابستگی بیشتر این بخش به گازوئیل می‌باشد. کاهش تقاضای گازوئیل در فعالیت "حمل‌ونقل ریلی" تحت سناریوهای شوک ۵ درصد، ۸ درصد و ۱۰ درصد به ترتیب برابر با ۲/۶، ۵/۳ و ۷/۴ درصد است. در مورد خانوارهای شهری و روستایی نیز کاهش در تقاضای گازوئیل اتفاق افتاده است. به‌طوری‌که کاهش در تقاضای گازوئیل تحت سناریوهای شوک ۵ درصد، ۸ درصد و ۱۰ درصد برای خانوارهای شهری به ترتیب برابر با ۴/۸۵، ۷/۸۰ و ۹/۸۳ درصد بوده و برای خانوارهای روستایی نیز به ترتیب برابر با ۴/۷۳، ۵/۷۵ و ۹/۸۱ درصد بوده است.

جدول۳. تغییرات تقاضای گازوئیل در سناریوهای مختلف ناشی از ارتقاء کارایی (درصد)

رشته فعالیت و خانوارها	کاهش تقاضای گازوئیل		
	۵ درصد	۸ درصد	۱۰ درصد
کشاورزی و ...	۳/۶	۶/۴	۸/۵
صنایع غذایی و ...	۴/۲	۷/۴	۹/۳
معادن	۳/۳	۶/۴	۸/۲
سایر صنایع	۴/۹	۷/۹	۹/۸
ساخت فرآورده‌های نفتی	۴/۳	۷/۶	۹/۶
تولید و انتقال و توزیع آب و برق و گاز	۳/۹	۷/۰	۸/۹
حمل ونقل ریلی	۲/۶	۵/۳	۷/۴
حمل ونقل جاده‌ای	۳/۰	۶/۱	۸/۱
حمل ونقل آبی	۳/۴	۶/۳	۸/۴
حمل ونقل هوایی	۳/۵	۶/۸	۸/۷
خدمات	۴/۱	۷/۲	۹/۱
متوسط	**۳/۷**	**۶/۸**	**۸/۷**
خانوار شهری	۴/۸۵	۷/۸۰	۹/۸۳
خانوار روستایی	۴/۷۳	۵/۷۵	۹/۸۱
متوسط	**۴/۷۹**	**۷/۷۸**	**۹/۸۲**

مأخذ: محاسبات تحقیق

مطالعات تجربی نشان می‌دهند که در نتیجه ارتقاء کارایی مصرف انرژی (در مطالعه حاضر: گازوئیل)، درجه‌ای از اثرات بازگشتی را می‌توان انتظار داشت. برای اندازه‌گیری اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف گازوئیل، فرض شده است که بهبود کارایی در سه سناریوی ۵، ۸ و ۱۰ درصدی، به‌صورت برون‌زا، در مورد گازوئیل انجام پذیرد. جدول (۴) اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف گازوئیل را در مورد خانوارها و رشته فعالیت‌های مختلف مصرف‌کننده این فرآورده نفتی، به عنوان نهاده تولیدی، نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۴)، اثرات بازگشتی ناشی از ارتقاء کارایی گازوئیل، در سه سناریو، ۵ درصد، ۸ درصد و ۱۰ درصد و در مورد خانوارهای شهری به ترتیب برابر با ۳/۰۱، ۲/۵۰ و ۱/۷ درصد بوده و در مورد خانوارهای روستایی نیز به ترتیب برابر با ۵/۴۰، ۳/۱۳ و ۱/۹ درصد بوده است. در مورد رشته فعالیت‌ها نیز مشاهده می‌شود که بیشترین اثرات بازگشتی، در هر سه سناریو، مربوط به رشته فعالیت "حمل‌ونقل ریلی" و کمترین اثرات بازگشتی مربوط به رشته فعالیت "سایر صنایع" است. طبیعی است که با توجه به وابستگی زیاد "حمل‌ونقل ریلی" به گازوئیل، اثرات بازگشتی در این بخش نسبت به سایر بخش‌ها بزرگ‌تر باشد. "حمل‌ونقل جاده‌ای" نیز که همانند

"حمل‌ونقل ریلی" وابستگی بیشتری، نسبت به سایر بخش‌ها، به گازوئیل دارد، دارای مقدار اثرات بازگشتی بزرگ‌تری است. نکتهٔ شایان ذکر اینکه در هیچ‌کدام از بخش‌های اقتصادی و خانوارها اثرات معکوس مشاهده نمی‌شود. این بدان معنی است که در نتیجه ارتقاء کارایی گازوئیل در هیچ‌کدام از بخش‌های اقتصادی (و خانوارها) افزایش تقاضای گازوئیل رخ نمی‌دهد. همچنین، در نتیجه اعمال شوک ارتقاء کارایی شاهد اثرات بازگشتی صفر و یا ۱۰۰ درصدی هم نیستیم که حالت‌های حدی در محاسبه اثرات بازگشتی هستند. به دست نیامدن اثر بازگشتی صفر بدان معنی است که در نتیجه ارتقاء کارایی، تقاضای گازوئیل به همان اندازه ارتقاء کارایی کاهش نیافته است. عدم حصول اثر بازگشتی ۱۰۰ درصد نیز بدان معنی است که در نتیجه ارتقاء کارایی، تقاضای گازوئیل تغییر کرده است.

جدول۴. اثرات بازگشتی در سناریوهای مختلف ناشی از ارتقاء کارایی گازوئیل (درصد)

رشته فعالیت و خانوارها	اثرات بازگشتی		
	۵ درصد	۸ درصد	۱۰ درصد
کشاورزی و ...	۲۸/۱	۲۰/۲	۱۵/۲
صنایع غذایی و ...	۱۶/۲	۷/۵	۷/۵
معادن	۳۴/۱	۲۰/۹	۱۸/۱
سایر صنایع	۲/۴	۱/۳	۲/۴
ساخت فرآورده‌های نفتی	۱۴/۶	۵/۱	۳/۴
تولید و انتقال و توزیع آب و برق و گاز	۲۲/۱	۱۲/۵	۱۱/۱
حمل ونقل ریلی	۴۸/۳	۳۳/۸	۲۵/۶
حمل ونقل جاده‌ای	۴۰/۷	۲۳/۸	۱۹/۳
حمل ونقل آبی	۳۲/۴	۲۱/۳	۱۵/۷
حمل ونقل هوایی	۳۰/۲	۱۵/۳	۱۳/۴
خدمات	۱۴/۶	۱۰/۷	۸/۷
متوسط	**۲۵/۵**	**۱۵/۵**	**۱۲/۸**
خانوار شهری	۳/۰۱	۲/۵۰	۱/۷
خانوار روستایی	۵/۴۰	۳/۱۳	۱/۹
متوسط	**۴/۲۰**	**۲/۸۱**	**۱/۸**

مأخذ: محاسبات تحقیق

برای اینکه بتوان تحلیل دقیق‌تری از اثرات بازگشتی فعالیت‌های مختلف و خانوارها تبیین کرد، در جدول (۵) سهم هزینه گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی در هر کدام از رشته فعالیت‌ها و خانوارها آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، سهم هزینه گازوئیل خانوار شهری، از کل هزینه‌های

خانوار شهری، برابر با ۰/۰۰۷ درصد و سهم هزینه گازوئیل خانوار روستایی، از کل هزینه‌های خانوار روستایی، برابر با ۰/۰۰۸ درصد است که این ارقام بسیار پایین بوده و وجود اثرات بازگشتی پایین در مورد خانوارها را تایید می‌کند. در مورد فعالیت‌های اقتصادی نیز مشاهده می‌شود که بیشترین سهم هزینه گازوئیل در بین تمامی رشته فعالیت‌های اقتصادی مربوط به رشته فعالیت "حمل‌ونقل ریلی"، رقمی برابر با ۵/۴ درصد بوده است. بنابراین، با توجه به این رقم وقوع بیشترین اثرات بازگشتی و کمترین کاهش تقاضای گازوئیل در فعالیت "حمل‌ونقل ریلی" دور از انتظار نبوده است. بعد از فعالیت "حمل‌ونقل ریلی" فعالیت "حمل‌ونقل جاده‌ای"، با سهم ۱/۳ درصدی، در رده دوم قرار دارد.

جدول۵. سهم هزینه گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی در بخش‌ها و خانوارها

رشته فعالیت و خانوار	سهم هزینه گازوئیل (درصد)	سهم هزینه سایر فرآورده‌های نفتی (درصد)
کشاورزی و ...	۰/۶۵	۰/۱۲
صنایع غذایی و ...	۰/۱۰۴	۰/۲۲
معادن	۱/۰۶	۰/۴۵
سایر صنایع	۰/۰۳	۰/۳۹
ساخت فرآورده‌های نفتی	۰/۰۸	۱/۲۶
تولید و انتقال و توزیع آب و برق و گاز	۰/۳۲	۱/۲۸
حمل ونقل ریلی	۵/۴	¼
حمل ونقل جاده‌ای	۱/۳	۴/۵
حمل ونقل آبی	۰/۷۰	۰/۶۸
حمل ونقل هوایی	۰/۵۹	۳/۳
خدمات	۰/۱۳	۰/۴۷
متوسط	**۰/۹۴**	**۱/۵۳**
خانوار شهری	۰/۰۰۷	۱/۰۱
خانوار روستایی	۰/۰۰۸	۱/۱۳
متوسط	**۰/۰۰۸**	**۱/۰۶۸**

مأخذ: محاسبات تحقیق

بدون تردید بهبود کارایی گازوئیل بر سطح تولید بخش‌های مختلف اقتصادی تأثیرگذار خواهد بود. اگر فرض شود که در اثر بهبود کارایی گازوئیل، اثرات جانشینی، تولیدی و جز آن وجود نداشته باشند، آن‌گاه انتظار بر این است تا تقاضای گازوئیل به اندازه بهبود در کارایی آن کاهش یابد؛ اما وجود اثرات جانشینی و جز آن باعث می‌شود تا کاهش در تقاضای گازوئیل کمتر از مقدار انتظاری (۵،

۸ و ۱۰ درصد ناشی از بهبود کارایی گازوئیل) باشد. بنابراین، می‌توان استنباط کرد که سطح تولید بخش‌های مختلف اقتصادی، با توجه به تغییرات در تقاضای گازوئیل، از یک‌سو و تغییرات در تقاضای سایر نهاده‌ها و عوامل مورد نیاز تولیدی (و جانشینی بین نهاده‌ای در فعالیت‌های اقتصادی)، از سوی دیگر، دچار تغییر شوند.

جدول (۶) نتایج مربوط به تأثیر بهبود کارایی مصرف گازوئیل، تحت سه سناریوی شوک کارایی ۵، ۸ و ۱۰ درصدی را بر میزان تولید و سطح فعالیت بخش‌های مختلف اقتصادی نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که به‌دنبال بهبود در کارایی مصرف گازوئیل، سطح فعالیت بخش‌ها در هر سه سناریو افزایش یافته است. در پی شوک ۵ درصدی بهبود کارایی، سطح فعالیت تمامی بخش‌های اقتصادی، به‌طور متوسط، ۰/۸۷ درصد افزایش یافته است. در حالی‌که این رقم در مورد شوک ۸ درصدی برابر با ۰/۹۵ درصد و در مورد شوک ۱۰ درصدی برابر با ۱/۰۲ درصد است.

جدول۶. تغییرات سطح فعالیت بخش‌ها در سناریوهای مختلف ارتقاء کارایی (درصد)

رشته فعالیت	تغییرات سطح فعالیت		
	۵ درصد	۸ درصد	۱۰ درصد
کشاورزی و ...	۰/۷۶	۰/۸۱	۰/۸۴
صنایع غذایی و ...	۱/۲	۱/۲۸	۱/۳۴
معادن	۰/۶۱	۰/۶۹	۰/۷۵
سایر صنایع	۱/۵	۱/۵۸	۱/۶۵
ساخت فرآورده‌های نفتی	۱/۴۳	۱/۵۱	۱/۵۸
تولید و انتقال و توزیع آب و برق و گاز	۰/۸۲	۰/۸۹	۰/۹۶
حمل ونقل ریلی	۰/۳۹	۰/۴۶	۰/۵۲
حمل ونقل جاده‌ای	۰/۵۴	۰/۶۲	۰/۶۹
حمل ونقل آبی	۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۸۲
حمل ونقل هوایی	۰/۷	۰/۷۸	۰/۸۹
خدمات	۰/۹۸	۱/۰۹	۱/۱۹
متوسط	۰/۸۷	۰/۹۵	۱/۰۲

مأخذ: محاسبات تحقیق

نتایج تحقیق حاضر درخصوص درصد تغییرات در تولید ناخالص داخلی نیز نشان می‌دهد که به‌دنبال بهبود کارایی گازوئیل، در سه سناریوی ۵ درصد، ۸ درصد و ۱۰ درصد و تغییراتی که در تقاضای گازوئیل و، همچنین، تغییراتی که در میزان تولید و سطح فعالیت بخش‌های مختلف اقتصادی صورت می‌گیرد، در مجموع، شاهد رشد به ترتیب برابر با ۰/۰۰۹ درصدی، ۰/۰۱۲ درصدی و ۰/۰۱۵ درصدی در

تولید ناخالص داخلی هستیم. شایان ذکر است که به‌دنبال ارتقای کارایی مصرف گازوئیل، به علت وجود اثرات جانشینی و جز آن مقدار کاهش در تقاضای گازوئیل کمتر از مقدار انتظاری (کاهش به اندازه مقدار شوک کارایی) بوده و همین امر باعث وقوع اثرات بازگشتی و، در نتیجه، افزایش سطح تولید فعالیت‌های مختلف اقتصادی می‌شود که خود از اصلی‌ترین دلایل افزایش تولید ناخالص داخلی است.

یکی از شاخص‌هایی که نشان‌دهنده ساختار هر اقتصادی است، مقادیر کشش‌های مختلف است بنابراین، می‌توان انتظار داشت تا نتایج تحقیق نسبت به تغییرات در مقادیر کشش‌ها حساسیت داشته باشد. یکی از مهم‌ترین کشش‌هایی که نتایج مطالعه حاضر می‌تواند نسبت به آن حساسیت داشته باشد، کشش جانشینی بین گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی است. جدول (۷) نتایج مربوط به تحلیل حساسیت اثرات بازگشتی گازوئیل را نسبت به کشش جانشینی بین گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی نشان می‌دهد. شایان ذکر است که در سناریوی پایه، مقدار این کشش برابر ۰/۵ در نظر گرفته شده و در تحلیل حساسیت از کشش‌های ۰/۳، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۷ نیز استفاده شده است.

جدول۷. تحلیل حساسیت اثرات بازگشتی گازوئیل برای شوک ۱۰ درصدی (درصد)

رشته فعالیت / خانوارها	کشش جانشینی				
	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷
کشاورزی و ...	۱۵/۱	۱۵/۳	۱۵/۲	۱۵/۲	۱۵/۴
صنایع غذایی و ...	۷/۲	۷/۴	۷/۵	۷/۷	۷/۳
معادن	۱۷/۹	۱۷/۸	۱۸/۱	۱۸/۰	۱۸/۳
سایر صنایع	۲/۳	۲/۵	۲/۴	۲/۶	۲/۱
ساخت فرآورده‌های نفتی	۴/۱	۴/۵	۴/۳	۴/۲	۴/۴
تولید و انتقال و توزیع آب و برق و گاز	۱۰/۹	۱۱/۲	۱۱/۱	۱۱/۳	۱۱/۱
حمل ونقل ریلی	۲۵/۳	۲۵/۴	۲۵/۶	۲۵/۱	۲۵/۷
حمل ونقل جاده‌ای	۱۹/۱	۱۹/۳	۱۹/۳	۱۹/۵	۱۹/۴
حمل ونقل آبی	۱۵/۶	۱۵/۸	۱۵/۷	۱۵/۴	۱۵/۹
حمل ونقل هوایی	۱۲/۱	۱۳/۳	۱۳/۴	۱۳/۵	۱۳/۲
خدمات	۸/۵	۸/۶	۸/۷	۸/۴	۸/۸
خانوار شهری	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۹	۱/۸
خانوار روستایی	۱/۸	۱/۷	۱/۹	۲/۱	۲/۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

با توجه به جدول (۷) مشاهده می‌شود که با تغییر کشش جانشینی بین گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی، اثرات بازگشتی در بخش‌های مختلف و خانوارها تغییر محسوسی نکرده است. نکته

مهم مربوط به ترتیب (از بزرگ به کوچک) اثرات بازگشتی است که دچار تغییر نشده و در همه مقادیر کشش در بین بخش‌های اقتصادی، مقدار اثرات بازگشتی مربوط به بخش "حمل‌ونقل ریلی" در رده نخست قرار داشته و بقیه بخش‌ها نیز به همان ترتیب قبلی قرار دارند.

۶. نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

در مقاله حاضر، برای بررسی اثرات بازگشتی ناشی از ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل در بخش‌های مختلف و خانوارها، از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه استفاده گردید. مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مورد استفاده مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی بوده است که مربوط به سال ۱۳۸۵ بوده و در پژوهشکده حمل‌ونقل (سابق) تهیه شده است. با توجه به هدف مقاله، این ماتریس به ۱۱ رشته فعالیت و ۱۲ کالا و خدمات تجمیع شده و مورد استفاده قرار گرفته است.

نتایج اجرای مدل تعادل عمومی قابل محاسبه نشان می‌دهد که به‌دنبال بهبود کارایی مصرف گازوئیل تحت سه سناریوی ۵، ۸ و ۱۰ درصد، شاهد وقوع اثرات بازگشتی در تمامی بخش‌ها و خانوارها هستیم. با توجه به نتایج تحقیق مشاهده می‌شود که در نتیجه اعمال شوک بهبود کارایی، رشته فعالیت"حمل‌ونقل ریلی" تحت هر سه سناریوی ۵، ۸ و ۱۰ درصد، با مقادیر به ترتیب برابر با ۴۸/۳، ۳۳/۸ و ۲۵/۶ درصد، دارای بیشترین اثرات بازگشتی بوده و بعد از آن رشته فعالیت "حمل‌ونقل جاده‌ای" قرار دارد. کمترین اثرات بازگشتی نیز، در هر سه سناریو، مربوط به رشته فعالیت "سایر صنایع" است. در مورد خانوارها نیز خانوارهای شهری، در سه سناریوی ۵، ۸ و ۱۰ درصد، دارای اثرات بازگشتی به ترتیب برابر با ۳/۰۱، ۲/۵۰ و ۱/۷۰ درصد بوده و خانوارهای روستایی نیز دارای اثرات بازگشتی به ترتیب برابر با ۵/۴۰، ۳/۱۳ و ۱/۹۰ درصد هستند. نکته شایان ذکر این است که حالت‌های حدی مربوط به اثرات بازگشتی (مقادیر صفر، ۱۰۰ درصدی و بیش از ۱۰۰ درصد) اتفاق نیفتاده است. این امر نشان از این دارد که در اثر بهبود کارایی مصرف گازوئیل، نه شاهد کاهش معادل (با درصد بهبود کارایی) در تقاضای این فرآورده هستیم و نه شاهد افزایش در تقاضای این فرآورده بوده‌ایم. در مورد تأثیر بهبود کارایی مصرف گازوئیل بر تقاضای آن نیز مشاهده شد که بیشترین کاهش تقاضای گازوئیل، در هر سه سناریو، مربوط به فعالیت "سایر صنایع" و کمترین کاهش نیز مربوط به فعالیت "حمل‌ونقل ریلی" بوده است. در مورد خانوارها نیز خانوارهای شهری نسبت به خانوارهای روستایی از کاهش تقاضای گازوئیل بیشتری برخوردارند.

نتیجه دیگری که از اجرای مدل به دست آمد مربوط به تغییرات در میزان تولید و سطح فعالیت بخش‌هاست. نتایج نشان می‌دهند که میزان تولید و سطح فعالیت رشته فعالیت‌های مختلف (به‌دنبال اعمال شوک کارایی) دچار تغییرات شده‌اند به‌طوری‌که سطح فعالیت تمامی بخش‌های اقتصادی در هر سه سناریو افزایش یافته است. در هر سه سناریو، بیشترین افزایش سطح فعالیت مربوط به "سایر صنایع" و کمترین افزایش نیز مربوط به "حمل‌ونقل ریلی" بوده است. در مورد تولید ناخالص داخلی نیز نتایج نشان از افزایش تولید ناخالص داخلی تحت سناریوهای بهبود کارایی ۵، ۸ و ۱۰ درصدی دارد به طوری‌که به‌دنبال شوک ۵ درصدی کارایی گازوئیل، تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۰۹ درصد، در پی شوک ۸ درصدی کارایی گازوئیل، تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۱۲ درصد و در اثر شوک ۱۰ درصدی کارایی گازوئیل تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۱۵ درصد افزایش یافته است. نتایج تحلیل حساسیت یکی دیگر از نتایج مطالعه حاضر بوده است. نتایج تحلیل حساسیت که مربوط به تغییر مقدار کشش جانشینی بین گازوئیل با سایر فرآورده‌های نفتی از ۰/۳ تا ۰/۷ بوده است، نشان می‌دهد که با این تغییر، مقدار اثرات بازگشتی تغییر محسوسی ندارند.

با عنایت به نتایج مطالعه، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران اقتصادی کشور قبل از تصمیم‌گیری برای ارتقاء کارایی مصرف فرآورده‌های نفتی، به‌ویژه گازوئیل، اثرات بازگشتی ناشی از اتخاذ چنین سیاست‌هایی را مدّنظر قرار دهند. بدیهی است چون اجرای چنین سیاست‌هایی همراه با عکس‌العمل‌هایی در سمت تقاضاست، بی‌توجهی به آن می‌تواند باعث خنثی شدن نتایج مورد انتظار شود.

منابع

ترازنامه انرژی (۱۳۹۱)، تهران: وزارت نیرو.

خیابانی، ناصر (۱۳۸۷)، "یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی افزایش قیمت تمامی حامل‌های انرژی در ایران"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال پنجم، شماره ۱۶.

عسگری، منوچهر (۱۳۸۳)، *مدل تعادل عمومی کاربردی ایران مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی*، تهران: مرکز تحقیقات اقتصاد ایران، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.

منظور، داود، آقابابائی، محمد ابراهیم و حقیقی، ایمان (۱۳۸۹)، "تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از ارتقاء کارایی در مصارف برق در ایران: الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هشتم، شماره ۲۸.

Annual Statistical Bulletin, OPEC, (2014).

Allan, G.; Hanley, N.; McGregor, P.; Swales, K. and Turner, K. (2007), "The Impact of Increased Efficiency in the Industrial Use of Energy: A Computable General Equilibrium Analysis for the United Kingdom", *Energy Economics*, Vol. 29, pp. 779-798.

Alshehabi, O. (2013), "Modelling Energy and Labour Linkages: A CGE Approach with an Application to Iran", *Economic Modelling*, Vol. 35, PP. 88-98.

Alshehabi, O. (2012), "Energy and Labour Reform: Evidence from Iran", *Journal of Policy Modeling*, Vol. 34, PP. 441-459.

Barker, T.; Ekins, P. and Foxon, T. (2007), "The macro-economic rebound effect and the UK economy", *Energy Policy*, Vol. 35, pp. 4935-4946.

Bhattacharyya, S. C. (1996), "Applied General Equilibrium Models for Energy Studies: A Survey", *Energy Economics*, Vol. 18, pp. 145-164.

Berkhout, P.; Muskens, J. and Velthuijsen, J. (2000), "Defining the Rebound Effect", *Energy Policy*, Vol. 28, pp. 425-432.

EMPAX CGE Model Documentation (2008), Interim Report.

Freire, J. (2011), "Methods to empirically estimate direct and indirect rebound effect of energy-saving technological changes in households", *Ecological Modelling*, Vol. 223, pp. 32-40.

Grepperud, S. and Rasmussen, I. (2004), "A General Equilibrium Assessment of Rebound Effects", *Energy Economics*, Vol. 26, pp. 261-282.

Greening, L.; Greene, D. and Difiglio, C. (2000), "Energy effeciency and consumption - the rebound effect - a survey", *Energy Policy*, Vol. 28, pp. 389-401.

Jensen, J. and Tarr, D. (2002), *Trade, Foreign Exchange, and Energy Policies in the Islamic Republic of Iran: Reform Agenda, Economic Implications, and Impact on the Poor.*

Kemfert, C. (1998), "Estimated Substitution Elasticities of a Nested CES Production Function Approach for Germany", *Energy Economics*, Vol. 20, pp. 249-264.

Lecca, P.; McGregor, P.; Swales, J. and Turner, K. (2014), "The added value from a general equilibrium analysis of increased efficiency in household energy use", *Ecological Economics*, Vol. 100, pp. 51-62.

Lofgren, H.; R. Harris, and Sh. Robinson (2001), *A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS*, Washington: International Food Policy Research Institute, D.C.

Small, K. and Van Dender, K. (2005), *The Effect of Improved Fuel Economy on Vehicle Miles Traveled: Estimating the Rebound Effect Using U.S. State Data*, 1966-2001, Department of Economics, University of California, Irvine.

Thomas, B. and Azevedo, I. (2013), "Estimating direct and indirect rebound effects for U.S. households with input–output analysis. Part 2: Simulation", *Ecological Economics*, Vol. 86, pp. 188-198.

World Energy Outlook (WEO) (2012), International Energy Agency.

Yu, B.; Zhang, J. and Fujiwara, A. (2013), "Evaluating the direct and indirect rebound effects in household energy consumption behavior: A case study of Beijing", *Economic Policy*, Vol. 57, pp. 441-453.

پیوست

معادلات مربوط به بلوک تولید

شماره	معادله
(۱)	$AD_a = \alpha_a \left[\delta_a QVAE_a^{-\rho_a} + (1-\delta_a) QINTA_a^{-\rho_a} \right]^{\frac{-1}{\rho_a}}$
(۲)	$\frac{QVAE_a}{QINTA_a} = \left[\frac{\delta_a}{1-\delta_a} \cdot \frac{PINTA_a}{PVAE_a} \right]^{\frac{1}{1+\rho_a}}$
(۳)	$PAD_a \cdot AD_a = PVAE_a \cdot QVAE_a + PINTA_a \cdot QINTA_a$
(۴)	$QVAE_a = \alpha_a^{vae} \left[\delta_a^{vae} QVA_a^{-\rho_a^{vae}} + (1-\delta_a^{vae}) QVE_a^{-\rho_a^{vae}} \right]^{\frac{-1}{\rho_a^{vae}}}$
(۵)	$\frac{QVA_a}{QVE_a} = \left[\frac{\delta_a^{vae}}{1-\delta_a^{vae}} \cdot \frac{PEE_a}{PVA_a} \right]^{\frac{1}{1+\rho_a^{vae}}}$
(۶)	$PVAE_a \cdot QVAE_a = PVA_a \cdot QVA_a + PEE_a \cdot QVE_a$
(۷)	$QVE_a = \alpha_a^{ve} \left[\sum_e \delta_{e,a}^{ve} \cdot (\frac{1}{\eta_e} \cdot QFE_{e,a})^{-\rho_a^{ve}} \right]^{\frac{-1}{\rho_a^{ve}}}$
(۸)	$QFE_{e,a} = QVE_a \cdot \left[\frac{PDE_{e,a}}{PEE_a} \cdot \frac{(\alpha_a^{ve})^{\rho_a^{ve}}}{\delta_{e,a}^{ve}} \cdot (\frac{1}{\eta_e})^{\rho_a^{ve}} \right]^{\frac{-1}{1+\rho_a^{ve}}}$
(۹)	$PEE_a \cdot QVE_a = \sum_e PDE_{e,a} \cdot QFE_{e,a}$
(۱۰)	$QINT_{c,a} = \alpha_{c,a}^{\text{int}} \cdot QINTA_a$
(۱۱)	$QVA_a = \alpha_a^{va} \left[\sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}} \right]^{\frac{-1}{\rho_a^{va}}}$
(۱۲)	$WF_f \cdot \overline{WFDIST_{f,a}} = PVA_a \cdot QVA_a \left[\sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}} \right]^{-1} \cdot \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}-1}$

معادلات مربوط به بلوک تجارت خارجی

شماره معادله	معادله
(۱۳)	$XD_c = B_c\left[\gamma_c \cdot QE_c^{\rho_c^T} + (1-\gamma_c)\cdot QD_c^{\rho_c^T}\right]^{\frac{1}{\rho_c^T}}$
(۱۴)	$XD_c = \sum_a \theta_{a,c}.AD_a$
(۱۵)	$PX_c \cdot XD_c = PE_c \cdot QE_c + PD_c \cdot QD_c$
(۱۶)	$\frac{QE_c}{QD_c} = \left[\frac{1-\gamma_c}{\gamma_c}\cdot\frac{PE_c}{PD_c}\right]^{\frac{1}{\rho_c^T-1}}$
(۱۷)	$PE_c = PWE_c \cdot EXR \cdot (1-te_c)$
(۱۸)	$P_c \cdot X_c = PM_c \cdot QM_c + (PD_c \cdot QD_c)\cdot(1+tq_c+sq_c)$
(۱۹)	$X_c = D_c\left[\psi_c \cdot QM_c^{-\rho_c^c} + (1-\psi_c)\cdot QD_c^{-\rho_c^c}\right]^{\frac{-1}{\rho_c^c}}$
(۲۰)	$\frac{QM_c}{QD_c} = \left[\frac{\psi_c}{1-\psi_c}\cdot\frac{PD_c}{PM_c}\right]^{\frac{1}{\rho_c^C+1}}$
(۲۱)	$PM_c = PWM_c \cdot EXR \cdot (1+tm_c+sm_c)$

معادلات مربوط به بلوک نهادها

شماره معادله	معادله
(۲۲)	$YF_f = \sum_a WF_f.WFDIST_{f,a}.QF_{f,a}$
(۲۳)	$YIF_{INSD,f} = mm_{INSD,f}\cdot((\sum_a WF_f\cdot\overline{WFDIST_{f,a}}\cdot QF_{f,a}) - trnsfr_{ROW,f}\cdot EXR)$
(۲۴)	$TRANS_{INSDNG,INSDNG'} = S_{INSDNG,INSDNG'}\cdot(1-MPS_{INSDNG'})\cdot(1-tins_{INSDNG'})\cdot YI_{INSDNG'}$
(۲۵)	$YI_{INSDNG} = \sum_f YIF_{INSDNG,f} + \sum_{INSDNG'} TRANS_{INSDNG,INSDNG'} + trnsfr_{INSDNG,gov} + trnsfr_{INSDNG,ROW}\cdot EXR$
(۲۶)	$YG = \sum_{INSDNG} tins_{INSDNG}\cdot YI_{INSDNG} + \sum_f YIF_{gov,f} + \sum_c tq_c(PM_c\cdot QM_c + PD_c\cdot QD_c)$ $-\sum_c sq_c(PM_c\cdot QM_c + PD_c\cdot QD_c) + \sum_c tm_c\cdot EXR\cdot PWM_c\cdot QM_c$ $+\sum_c te_c\cdot EXR\cdot PWE_c\cdot QE_c - \sum_c sm_c\cdot EXR\cdot PWM_c\cdot QM_c + EXR\cdot trnsfr_{gov,ROW}$ $+ trnsfr_{gov,enter}$
(۲۷)	$EG = \sum_{INSDNG} trnsfr_{INSDNG,gov} + \sum_c P_c\cdot QG_c$

معادلات مربوط به تسویه بازار

شماره معادله	معادله
(۲۸)	$\sum_{c\in CM} PWM_c.QM_c = \sum_{c\in CE} PWE_c.QE_c + FSAV + \sum_i trnsfr_{i,ROW}$
(۲۹)	$GSAV = YG - EG$
(۳۰)	$\sum_{i\in INSDNG} (MPS_i.(1-tins_i).YI_i) + GSAV + FSAV = \sum_c P_c.QINV_c$
(۳۱)	$X_c = \sum_h QH_{c,h} + QINV_c + QG_c + \sum_a QINT_{c,a}$
(۳۲)	$\sum_a QF_{f,a} = QFS_f$